

#7

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re patent application of:

ROBERT, Emmanuel

Serial No. 10/050,111

Filed: January 18, 2002

For: CONTROL DEVICE WITH
MOBILE COMPONENT
MOUNTED ON A BALL PIVOT



Group Art Unit: 2878

CLAIM FOR PRIORITY

The Honorable Commissioner of
Patents and Trademarks
Arlington, VA 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. § 119, Applicant claims priority
of the French Application No. 0110932 filed August 20, 2001.

The certified priority documents are submitted herewith.

Respectfully submitted,

4/25, 2002

Lawrence E. Laubscher, Sr.
EFS Customer No. 30267311
Registration No. 18,202
745 South 23rd Street, Suite 300
Arlington, Virginia 22202
Telephone: (703) 521-2660

THIS PAGE BLANK (USPTO)



BREVET D'INVENTION



CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **23 JAN. 2002**

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

**INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE**

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04
Télécopie : 33 (1) 42 93 59 30
www.inpi.fr

THIS PAGE BLANK (USE)



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260899

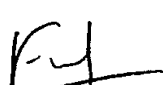
REMISE DES PIÈCES DATE 20 AOUT 2001 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0110932 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 20 AOUT 2001 PAR L'INPI Vos références pour ce dossier (facultatif) B4840-FL		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE ERNEST GUTMANN-YVES PLASSERAUD S.A. 3, rue Chauveau-Lagarde 75008 Paris France	
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N°	Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>
		N°	Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/>	N° <input type="text"/> Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) DISPOSITIF DE COMMANDE A ELEMENT MOBILE MONTE SUR ROTULE			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation <input type="text"/> N° <input type="text"/> Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Pays ou organisation <input type="text"/> N° <input type="text"/> Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> Pays ou organisation <input type="text"/> N° <input type="text"/> Date <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		ROBERT	
Prénoms		Emmanuel	
Forme juridique			
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	24 rue Maurice Massias	
	Code postal et ville	13014	Marseille
Pays		France	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE 20 AOÛT 2001 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0110932 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		B4840-FL	
6 MANDATAIRE			
Nom		LAZARD	
Prénom		Florence	
Cabinet ou Société		ERNEST GUTMANN-YVES PLASSERAUD S.A.	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel			
Adresse	Rue	3, rue Chauveau-Lagarde	
	Code postal et ville	75008	Paris
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		01 44 51 18 00	
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>		01 42 66 08 90	
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>		info@egyp.fr	
7 INVENTEUR (S)			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (<i>joindre un avis de non-imposition</i>) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (<i>joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence</i>):	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) LAZARD Florence C.P.I. N°92.4029 		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI C. CONTE C. CONTE	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

La présente invention concerne un dispositif de
5 commande à élément mobile monté sur rotule, ce
dispositif comprenant des moyens de détection de la
position de l'élément mobile, reliés à des moyens de
traitement de l'information qui génèrent des signaux
représentant le déplacement dudit élément par rapport
10 à deux ou trois axes de rotation.

On a déjà proposé différents moyens pour
détecter les déplacements d'un élément mobile formé
d'un levier dans un tel dispositif, mais les moyens
15 connus ont des inconvénients notables :

- les capteurs potentiométriques ont des
problèmes d'usure et d'encrassement des contacts, ils
présentent des défauts de linéarité, et ils sont
sensibles à l'environnement,

20 - les capteurs rotatifs à détection optique
d'occultations n'ont pas un fonctionnement
satisfaisant aux vitesses faibles et aux vitesses
élevées de déplacement du levier et selon les cas ne
détectent que la vitesse ou que la position du
25 levier, et ils sont coûteux,

- les capteurs à effet de champ sont très
coûteux, leur mise en oeuvre est complexe et leur
sensibilité aux perturbations extérieures est très
importante,

30 - les capteurs optiques utilisés dans la
technique antérieure comprennent en général quatre
photodétecteurs, ou des photodétecteurs à quatre
quadrants ou une matrice de photodétecteurs à deux
rangées et deux colonnes, et ne peuvent suivre qu'un

débattement angulaire très limité du levier autour d'un axe ou de deux axes de rotation.

L'invention a notamment pour objet un dispositif
5 du type précité, qui ne présente pas ces inconvénients des moyens connus.

Elle a également pour objet un dispositif de ce type, qui soit équipé de capteurs fiables et peu coûteux, permettant de détecter la position de
10 l'élément mobile et de suivre ses déplacements autour de trois axes de rotation sur des débattements angulaires de valeur maximale.

Elle propose, à cet effet, un dispositif de commande à élément mobile monté sur rotule, ledit
15 élément étant destiné à être déplacé en rotation autour d'au moins deux axes différents et le dispositif comprenant des moyens de détection optique de la position dudit élément, reliés à des moyens de traitement de l'information, caractérisé en ce que
20 les moyens de détection comprennent au moins deux matrices de photodétecteurs pour la détection de points répartis uniformément sur au moins un support en forme de sphère ou de portion de sphère, les matrices et le ou les supports étant disposés autour
25 de la rotule dudit élément et étant les uns fixes et les autres mobiles et solidaires de l'élément.

Grâce à cette combinaison des matrices de photodétecteurs et du ou des supports portant des points uniformément répartis et détectables
30 optiquement par les matrices de photodétecteurs, les positions de l'élément mobile et ses déplacements autour de deux ou trois axes de rotation peuvent être déterminés sur des débattements angulaires importants, typiquement supérieurs à 45° et pouvant

atteindre 180° ou même 360° autour d'au moins un axe précité.

De plus, le dispositif selon l'invention n'est soumis à aucun phénomène d'usure ou d'hystérésis susceptible de perturber la détection de la position et des déplacements de l'élément mobile, hormis en ce qui concerne la rotule.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, les matrices de photodétecteurs sont fixes et le ou les supports de points sont mobiles et portés par l'élément mobile.

De préférence, les matrices de photodétecteurs sont disposées à 90° l'une de l'autre autour d'un axe de rotation de l'élément mobile, qui peut être l'axe de cet élément lui-même dans une position particulière, par exemple une position de repos.

Les moyens de traitement de l'information auxquels sont reliées les matrices de photodétecteurs comprennent des moyens programmés pour déterminer les positions des points précités par rapport aux matrices de photodétecteurs et pour suivre les trajectoires de ces points lors des déplacements de l'élément mobile.

Ces moyens programmés sont par exemple destinés à rechercher dans chaque matrice d'abord un groupe de trois photodétecteurs qui voient un même point, puis, parmi les photodétecteurs restants, les groupes de deux photodétecteurs voyant un même point puis, parmi les photodétecteurs restants, le ou les photodétecteurs qui voient chacun un point ou une partie d'un point à cheval sur un bord d'une matrice, puis à déterminer les positions des centres des points vus par les photodétecteurs, et à répéter ces déterminations avec une fréquence suffisante pour que

les déplacements des points entre deux déterminations successives soient inférieurs au rayon de ces points.

Ce traitement est réalisable à vitesse élevée par un microprocesseur d'un type disponible dans le commerce.

De façon générale, l'invention est applicable aux manettes de commande du type "joystick" utilisables avec des consoles de jeux vidéo et des ordinateurs, à des systèmes de mesure qui utilisent des éléments montés sur rotule, à des prothèses, à des articulations de systèmes robotiques et à tout dispositif à levier articulé autour de deux ou trois axes de rotation, notamment des leviers de changement de vitesse pour véhicules automobiles.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite à titre d'exemple en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- les figures 1 et 2 sont des vues schématiques de face et de dessus respectivement illustrant le principe du dispositif selon l'invention ;

- la figure 3 est une vue schématique de dessus d'une variante de réalisation ;

- la figure 4 est une vue schématique, à plus grande échelle, d'une disposition uniforme de points ;

- la figure 5 illustre les moyens de détermination de position et de déplacement dans le dispositif selon l'invention.

Dans le mode de réalisation des figures 1 et 2, le dispositif selon l'invention comprend un élément mobile formé par un levier 10 monté sur un support 12 par une articulation à rotule comprenant une tête de

rotule 14 de forme sphérique reçue dans un logement 16 de forme correspondante, le logement 16 étant par exemple porté par le levier 10 tandis que la tête de rotule 14 est portée par le support 12.

5 Des moyens de rappel 18 tels que de préférence un ressort unique, sont montés entre le levier 10 et le support 12 pour solliciter constamment le levier 10 dans une position de repos ou position neutre qui est celle représentée aux dessins.

10 Le levier 10 est solidaire de deux portions de sphère 20 qui sont sensiblement identiques et centrées sur la tête de rotule 14 et qui sont déplaçables par le levier 10 en regard et au voisinage immédiat de deux matrices 22 de
15 photodétecteurs portées par le support 12, de façon équidistante par rapport au centre de la rotule.

De préférence, les matrices 22 sont à 90° l'une de l'autre autour d'un axe 24 qui passe par le centre de la rotule 14 et qui est par exemple
20 perpendiculaire au support 12, les supports 20 étant également à 90° l'un de l'autre autour du centre de la rotule. En figure 1, les supports 20 et les matrices 22 sont représentés diamétralement opposés pour plus de clarté, mais la configuration réelle
25 correspond à la vue schématique de dessus de la figure 2.

Dans ce mode de réalisation, les matrices 22 se trouvent radialement à l'extérieur des supports 20, mais pourraient en variante être placées radialement
30 à l'intérieur de ces supports.

Les faces extérieures des supports 20 portent une série de points 26 répartis uniformément, qui sont équidistants les uns des autres comme représenté schématiquement en figure 4 où l'on voit que ces
35 points 26 sont de forme circulaire et placés aux

sommets de triangles équilatéraux identiques et adjacents. Ces points sont optiquement détectables par les photodétecteurs des matrices 22, en raison de leurs propriétés optiques et/ou de leurs couleurs.

5 Par exemple, ces points peuvent être réfléchissants, transparents et/ou diffusants. Ils peuvent éventuellement être associés à des moyens d'éclairage, placés par exemple à l'intérieur des supports 20 lorsque les points 26 sont transparents

10 et/ou diffusants, ou bien à l'extérieur des supports 20 lorsque les points 26 sont plus ou moins réfléchissants.

Les dimensions des points 26 et les distances entre ces points sont adaptées aux dimensions des photodétecteurs des matrices 22. Par exemple, comme

15 représenté schématiquement en figure 5, les photodétecteurs 28 des matrices 22 sont de forme carrée et les points 26 sont des cercles dont le diamètre est sensiblement égal au côté des photodétecteurs 28. Les distances entre les points 26

20 sont choisies pour que deux points 26 puissent être détectés simultanément et entièrement par une matrice 3x3 de photodétecteurs 22, que deux points 26 adjacents ou consécutifs ne puissent pas être

25 détectés par le même photodétecteur 28, et qu'une matrice 3x3 puisse détecter au moins un point et moins de trois points en totalité, la distance entre deux points 26 étant par exemple sensiblement égale à deux fois le côté d'un photodétecteur 28.

30 Les sorties des photodétecteurs 28 des matrices 22 sont reliées à des entrées de moyens 30 de traitement de l'information qui, à partir des signaux de sortie des photodétecteurs 28, génèrent des signaux 32 représentant la position du levier 10 dans

35 un repère formé de trois axes perpendiculaires

passant par le centre de la rotule 14 et permettant le suivi des déplacements du levier 10 en rotation autour de ces axes.

Les moyens 30 de traitement de l'information
5 comprennent des moyens de calcul tels qu'un microprocesseur, qui sont programmés pour la détermination de la position et du déplacement du levier 10.

Cette détermination est faite par exemple de la
10 façon suivante, pour chaque matrice 22 :

- on commence par rechercher un groupe d'au moins trois photodétecteurs qui détectent la présence d'un point 26. Dans le cas de la matrice 22 représentée en partie gauche de la figure 5, il
15 s'agit des photodétecteurs 1, 2, 4 et 5. On vérifie que dans ce groupe il y a au moins deux photodétecteurs diagonalement opposés (il s'agit dans cet exemple des photodétecteurs 1 et 5 ainsi que 2 et 4) et l'on vérifie également que le total des signaux
20 de sortie des quatre photodétecteurs correspond à la dimension d'un point 26,

- on recherche ensuite, un groupe de deux photodétecteurs parmi les photodétecteurs autres que ceux trouvés ci-dessus, comprenant le photodétecteur
25 central 5 et voyant un point 26 (il n'y en a pas dans le cas de la matrice 22 de la partie gauche de la figure 5),

- on recherche ensuite parmi les photodétecteurs restants des couples de groupes consécutifs de deux
30 photodétecteurs du contour de la matrice 22, qui détectent un point 26, le contour de la matrice 22 comprenant tous les photodétecteurs autres que le photodétecteur central 5 (par exemple 6,3 et 2,1 ; 3,2 et 1,4 ; etc ...),

- ensuite, parmi les photodétecteurs non retrouvés auparavant, on recherche un groupe de deux photodétecteurs faisant partie du contour et détectant un point 26 (dans le cas de la matrice 22 de la partie gauche de la figure 5, il s'agit des photodétecteurs 6 et 9),

- on recherche ensuite parmi les photodétecteurs autres que ceux trouvés jusque-là, un photodétecteur du contour sur lequel un point 26 serait centré,

- on cherche ensuite si un photodétecteur 2, 4, 6 ou 8 détecte au moins la moitié d'un point 26 dont le restant serait à l'extérieur de la matrice 22, et on vérifie que la mesure est supérieure à la moitié de celle d'un point complet,

- on cherche ensuite si un point 26 est centré sur le photodétecteur central 5 et on vérifie si la mesure est comparable à celle d'un point complet.

Ensuite, à partir des mesures fournies par les photodétecteurs, on détermine par un calcul trigonométrique les positions des centres des points 26 dans le plan de la matrice 22.

On répète cette détermination pour permettre le suivi du déplacement du levier 10. Après avoir déterminé les emplacements des centres des points 26 détectés, on détermine leurs déplacements à partir de l'écart entre leurs positions dans deux déterminations successives. Pour ne pas perdre les points entre ces deux déterminations successives, il faut que les déplacements correspondants des points soient inférieurs au rayon des points.

Lorsque l'intervalle de temps entre deux déterminations successives est déterminé par une fréquence maximale d'échantillonnage des photodétecteurs, la combinaison de cette fréquence et

du rayon des points 26 détermine une valeur maximale de la vitesse mesurable de déplacement du levier 10.

En pratique, on détermine le déplacement d'un point entre deux mesures successives en associant un
5 groupe de photodétecteurs détectant le point dans la première mesure à un groupe de photodétecteurs détectant le même point dans la mesure suivante. Si cela n'est pas possible, on recherche parmi les groupes de photodétecteurs identifiés dans la
10 deuxième mesure, un groupe que l'on peut associer à un groupe de photodétecteurs identifiés dans la première mesure, de préférence le groupe de photodétecteurs pour lequel la position du point a été déterminée avec la meilleure précision.

15 On peut ainsi, à partir des déplacements des points 26 sur les deux matrices 22, calculer le déplacement du levier 10 autour de trois axes de rotations différents.

Pour améliorer la sensibilité de la détection
20 autour d'un axe de rotation, on peut, comme représenté schématiquement en figure 3, décaler angulairement une des matrices 22 par déplacement autour de cet axe de rotation sur une distance angulaire correspondant à la moitié de l'étendue
25 angulaire d'un photodétecteur 28.

On peut également prévoir, pour faciliter la détection d'une position de repos ou position neutre du levier, que chaque support 20 comprenne au moins un point 26 différent des autres par ses propriétés
30 optiques détectables par les photodétecteurs 28. Ce point de référence 26 peut avoir également des dimensions différentes de celles des autres points 26.

Dans un mode de réalisation, les supports 20
35 sont des films photographiques, négatifs ou du type

diapositive que l'on déforme en portions de sphère. Le film photographique a été préalablement exposé avec une image portant une distribution de points 26, qui, après déformation sphérique, devient comparable
5 à celle représentée en figure 4 dans le cas d'un plan.

Dans l'exemple de réalisation décrit et représenté, les matrices 22 de photodétecteurs comprennent trois rangées et trois colonnes de
10 photodétecteurs. On peut bien entendu utiliser des matrices comprenant un plus grand nombre de photodétecteurs, même s'il est préférable, d'un point de vue pratique, d'utiliser des matrices de taille 3x3.

15 On peut notamment utiliser des matrices à huit photodétecteurs, de préférence des matrices 3x3 dont on a supprimé ou omis de brancher le détecteur central ou un détecteur périphérique. Il en résulte une simplification de l'acquisition de données
20 numériques, puisqu'on se ramène au cas d'un signal à 8 bits, c'est-à-dire d'un octet. A partir de la connaissance des positions des points les uns par rapport aux autres et de ce que voient les huit photodétecteurs de la matrice, on peut calculer ce
25 que verrait le 9^{ème} photodétecteur s'il était présent ou branché, et donc obtenir le même résultat qu'avec une matrice 3x3.

Par ailleurs, les matrices 22 peuvent être planes, comme représenté, ou bien de forme légèrement
30 bombée pour épouser la forme des supports 20. On peut ainsi utiliser des matrices carrées comprenant une pluralité de photodétecteurs élémentaires de petite taille, dont les dimensions unitaires sont plusieurs fois inférieures à celle d'un point 26.

REVENDECATIONS

1 - Dispositif de commande à élément mobile monté sur rotule, l'élément mobile (10) étant destiné
5 à être déplacé en rotation autour d'au moins deux axes différents et le dispositif comprenant des moyens de détection optique de la position de cet élément, reliés à des moyens (30) de traitement de l'information, caractérisé en ce que les moyens de
10 détection comprennent au moins deux matrices (22) de photodétecteurs (28) pour la détection de points (26) répartis uniformément sur au moins un support (20) en forme de sphère ou de portion de sphère, les matrices (22) et le ou les supports (20) étant disposés autour
15 de la rotule (14) dudit élément et étant les uns fixes et les autres mobiles et solidaires de l'élément mobile.

2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les matrices (22) de
20 photodétecteurs sont fixes et le ou les supports (20) de points (26) sont portés par l'élément mobile (10).

3 - Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'élément mobile (10) est
25 déplaçable en rotation autour de trois axes.

4 - Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les deux matrices
30 (22) de photodétecteurs sont disposées à 90° l'une de l'autre autour d'un axe de rotation de l'élément mobile.

5 - Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'une des matrices (22) est
35

décalée angulairement autour de l'axe précité, d'une distance angulaire correspondant à la moitié de l'étendue angulaire d'un photodétecteur (28).

5 6 - Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque matrice (22) comprend au moins trois rangées et trois colonnes de photodétecteurs (28).

10 7 - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'un photodétecteur de chaque matrice (22) à trois rangées et trois colonnes de photodétecteurs est supprimé ou débranché.

15 8 - Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les supports (20) de points (26) et les matrices (22) de photodétecteurs sont centrés sur la rotule (14).

20 9 - Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les points (26) sont équidistants et situés sur les sommets de triangles équilatéraux identiques et adjacents.

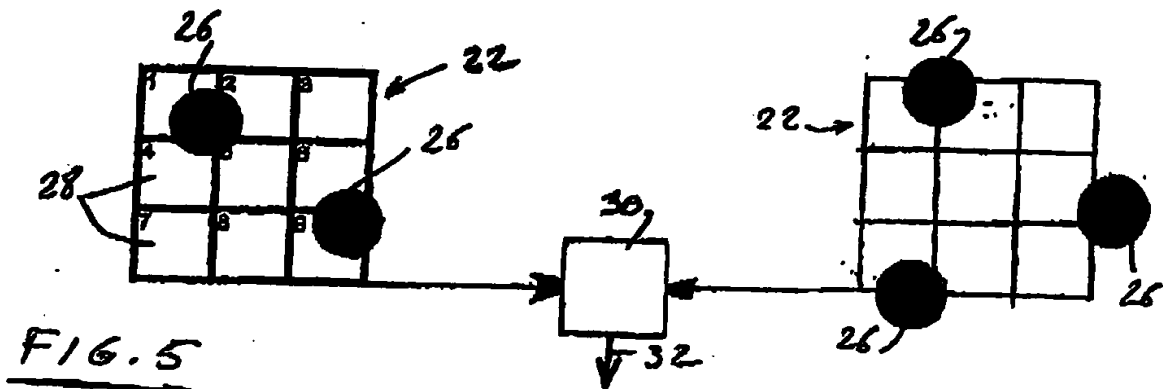
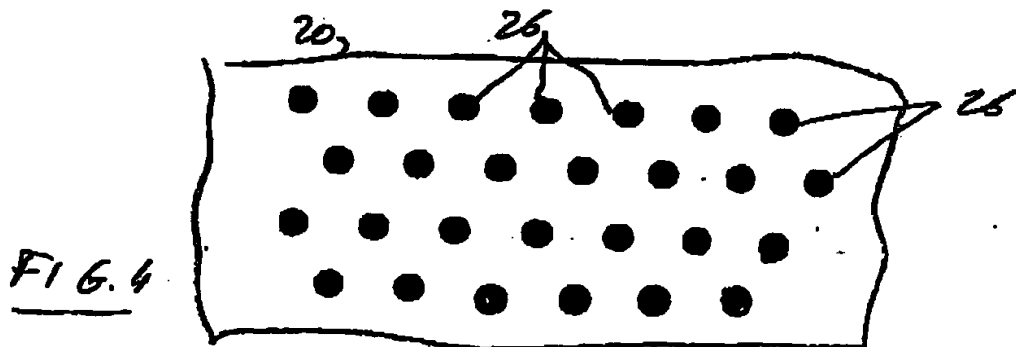
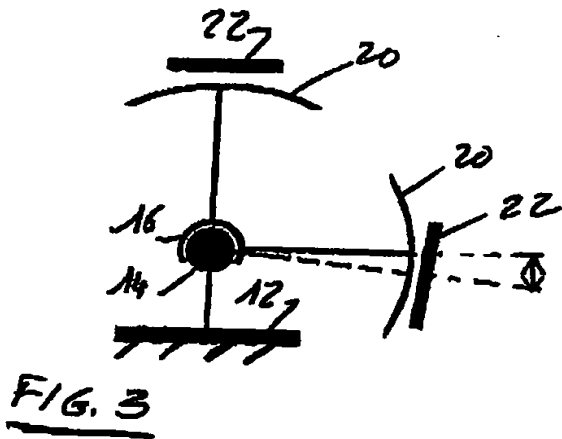
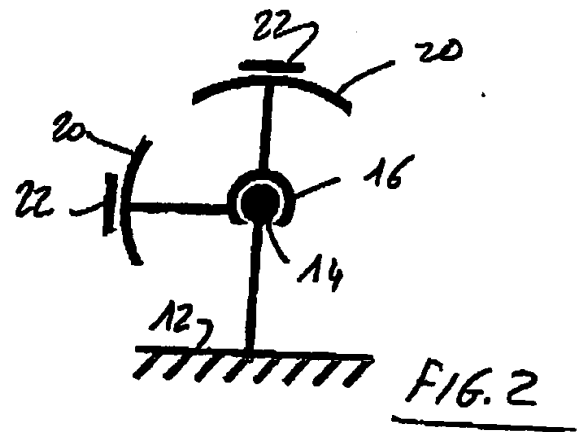
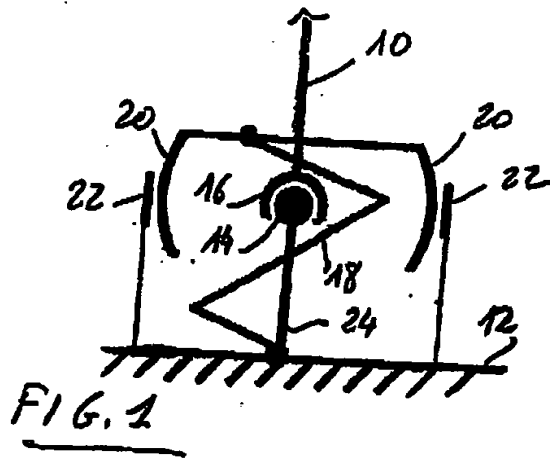
25 10 - Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque point (26) a une dimension correspondant au moins à celle d'un photodétecteur (28) des matrices (22) précitées.

30 11 - Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les points (26) sont optiquement transparents, réfléchissants, diffusants et/ou colorés.

12 - Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le ou les supports (20) portent des points de référence dont les propriétés optiques et/ou les dimensions sont
5 différentes de celles des autres points (26).

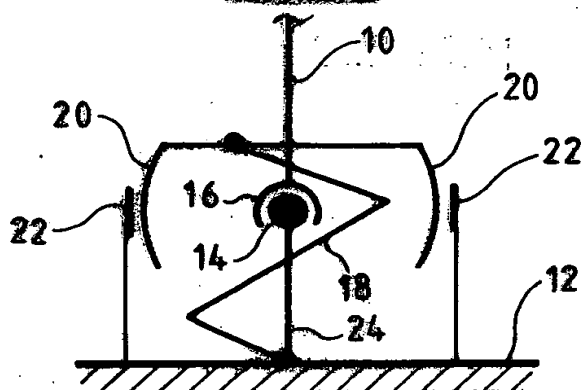
13 - Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens (30) de traitement de l'information comprennent des moyens
10 programmés pour déterminer les positions des points (26) par rapport aux matrices (22) de photodétecteurs et pour suivre les trajectoires de ces points lors des déplacements de l'élément mobile (10), ces moyens étant programmés pour rechercher dans chaque matrice
15 d'abord un groupe de trois photodétecteurs (28) voyant un même point (26), puis parmi les photodétecteurs restants, un groupe de deux photodétecteurs voyant un même point (26) et comprenant un photodétecteur central, puis parmi les
20 photodétecteurs restants, les groupes de deux photodétecteurs du contour de la matrice voyant un point (26), puis parmi les photodétecteurs restants, un ou des photodétecteurs voyant chacun un point (26) ou une partie d'un point (26) à cheval sur un bord
25 d'une matrice (22), puis pour déterminer les positions des centres des points vus par les photodétecteurs (28), et pour répéter ces déterminations avec une fréquence suffisante pour que les déplacements des points entre deux déterminations
30 successives soient inférieurs au rayon d'un point (26).

14 - Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément mobile
35 (10) est un levier.

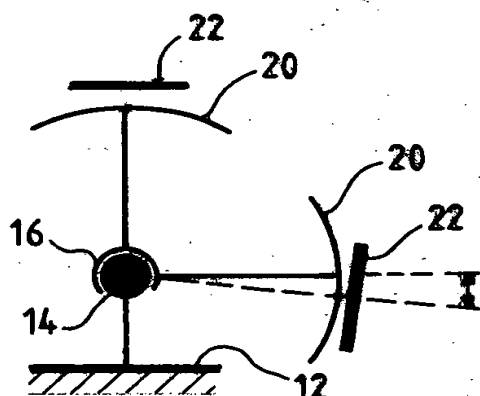
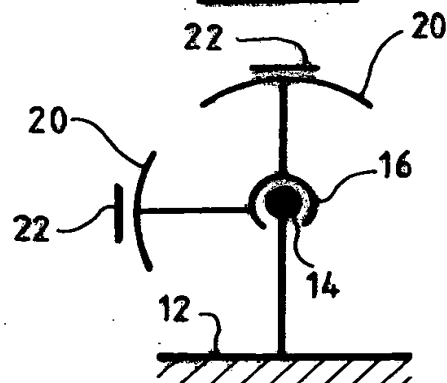


1/1

FIG_1

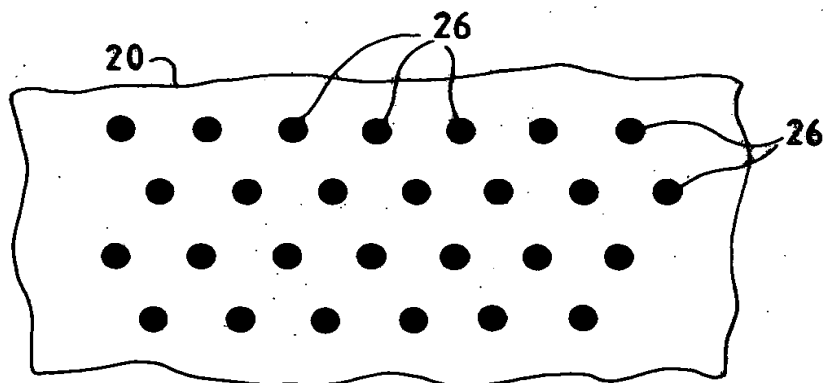


FIG_2

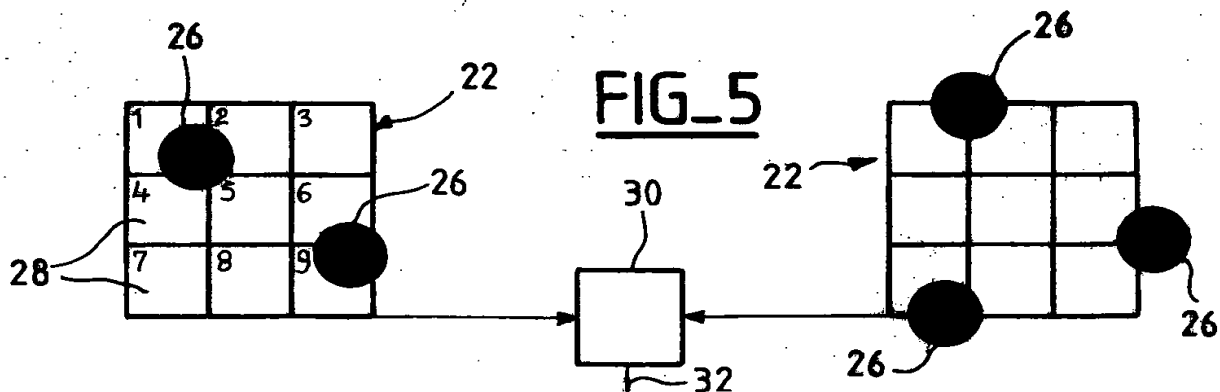


FIG_3

FIG_4



FIG_5



THIS PAGE BLANK (USPTO)